

## JP11214021

Publication Title:

SOLID ELECTROLYTE TYPE FUEL CELL POWER GENERATING APPARATUS

Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To generate electric power while keeping a fuel cell in a suitable temperature by using pure hydrogen and pure oxygen as a fuel and an oxidizer, keeping their utilization factors high and without generating contaminants.

**SOLUTION:** This power generating apparatus is provided with solid electrolyte type fuel cell 20 having an anode and an cathode, an anode gas line 22 that supplies an anode gas containing hydrogen and oxygen to the fuel cell 20, an anode recycle line 24 that cools the anode gas which passed through the fuel cell 20 and removes moisture to the anode gas line 22, a cathode gas line 26 that supplies a cathode gas containing oxygen to the fuel cell 20, and an cathode recycling 28 that cools the cathode gas which passed through the fuel cell 20 and removes moisture to the cathode gas line 26. The temperature of the fuel cell 20 is controlled by cooling the gas in the recycle lines 26, 28.

---

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号H 0 1 M 8/04  
8/00  
8/12

F I

H 0 1 M 8/04  
8/00  
8/12J  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-13677

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月27日

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(71) 出願人 598011813

恩田 和夫  
愛知県豊橋市北山町東浦2-1-5-503

(72) 発明者 濱田 行貴

東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東二テクニカルセンタ  
ー内

(72) 発明者 恩田 和夫

愛知県豊橋市北山町東浦2-1-5-503

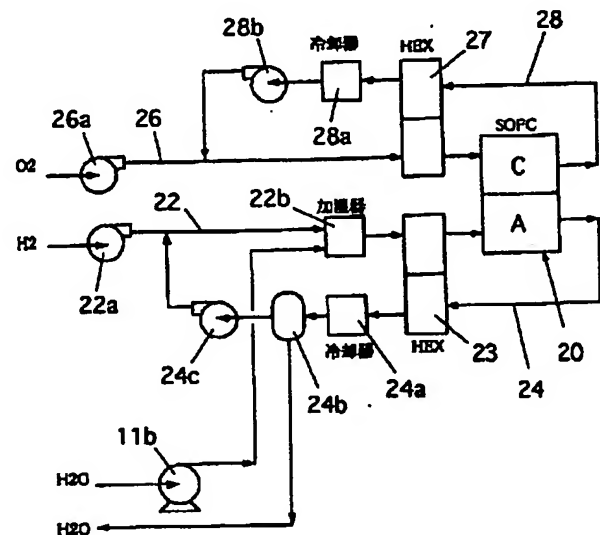
(74) 代理人 弁理士 堀田 実 (外1名)

(54) 【発明の名称】 固体電解質型燃料電池発電設備

(57) 【要約】

【課題】 純水素と純酸素を燃料及び酸化剤として使用し、それらの利用率を高く保持したまま、かつ汚染物質を発生させることなく、燃料電池を最適温度に保持して発電することができる固体電解質型燃料電池発電設備を提供する。

【解決手段】 アノードとカソードを有する固体電解質型の燃料電池20と、燃料電池に水素と水蒸気を含むアノードガスを供給するアノードガスライン22と、燃料電池を通過したアノードガスを冷却かつ水分を除去してアノードガスラインに再循環させるアノードリサイクルライン24と、燃料電池に酸素を含むカソードガスを供給するカソードガスライン26と、燃料電池を通過したカソードガスを冷却してカソードガスラインに再循環させるカソードリサイクルライン28とを備え、リサイクルライン26, 28のガスを冷却することにより燃料電池の温度を調節する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アノードとカソードを有する固体電解質型燃料電池と、該燃料電池に水素と水蒸気を含むアノードガスを供給するアノードガスラインと、燃料電池を通過したアノードガスを冷却かつ水分を除去して前記アノードガスラインに再循環させるアノードリサイクルラインと、燃料電池に酸素を含むカソードガスを供給するカソードガスラインと、燃料電池を通過したカソードガスを冷却して前記カソードガスラインに再循環させるカソードリサイクルラインと、を備えたことを特徴とする固体電解質型燃料電池発電設備。

【請求項2】 アノードガスラインとアノードリサイクルラインとの間で間接的に熱交換するアノード熱交換器と、カソードガスラインとカソードリサイクルラインとの間で間接的に熱交換するカソード熱交換器と、を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の固体電解質型燃料電池発電設備。

【請求項3】 アノードリサイクルライン及び／又はカソードリサイクルラインに設けられた水蒸発器及び蒸気過熱器と、過熱蒸気で発電する蒸気タービン発電機と、を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の固体電解質型燃料電池発電設備。

【請求項4】 水を電気分解して純水素を純酸素を得る電気分解装置を更に備える、ことを特徴とする請求項1乃至3に記載の固体電解質型燃料電池発電設備。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体電解質型燃料電池を用いた発電設備に関する。

## 【0002】

【従来の技術】固体電解質型燃料電池（SOFC）は、イオン導電機構を有する安定化ジルコニアを電解質とし、約1000℃の温度で運転される。この燃料電池の長所は、動作温度が高いので電極反応が非常に活発で、そのため活性化分極がなく、高価な白金等の貴金属触媒を全く必要とせず、その上に端子電圧が他の方式に比較して高く、効率も高い。また、構成要素がすべて固体であるため電池構造が簡単である。そして、電解質が極めて安定で蒸発や流出することがない、等にある。

【0003】従来、かかる固体電解質型燃料電池の燃料には、天然ガス、ナフサ、灯油、軽油、重油、石炭、メタノール等を水蒸気改質又は部分酸化して得られる水素と一酸化炭素の混合ガスが用いられていた。また、その酸化剤としては、主に空気又は酸素を含む排ガスが用いられていた。

【0004】一方、昼夜の電力負荷の是正、CO<sub>2</sub>排出量の低減等を目的として、夜間電力、太陽発電等の余剰電力で水を電気分解し、得られた純水素と純酸素を燃料として発電する発電設備が一部で提案されている（例えば、「可逆式固体電解質電池を用いた水素利用電力貯蔵

システムの開発」、火力原子力発電、Jun. 1993）。このシステムによれば、CO<sub>2</sub>の排出なしに、余剰電力を純水素と純酸素の形態で蓄え、必要なときに発電することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した固体電解質型燃料電池の燃料及び酸化剤として、電気分解で得られた純水素と純酸素を用いると、燃料電池が過熱されてしまい寿命が極端に短くなる問題点があった。すなわち、従来は燃料電池のアノードに供給される混合ガスには、反応に直接寄与しないガスが多量に混合しており、同様にカソードに供給されるガスにも、窒素等の不活性ガスが混合しているため、これらの反応に寄与しないガスにより、電池反応による温度上昇が適度に抑制され、例えば約1000℃前後に保持することができたが、純水素、純酸素を直接利用する場合には、これをそのまま高燃料利用率、高酸素利用率で発電すると、温度が異常上昇してしまう。

【0006】また、燃料電池の過熱を防ぐために、窒素等の不活性ガスを燃料又は酸化剤に混入させると、燃料又は酸化剤の比率が低下するばかりでなく、NO<sub>x</sub>等の大気汚染物質発生のおそれがある。

【0007】本発明はかかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち本発明の目的は、純水素と純酸素を燃料及び酸化剤として使用し、それらの利用率を高く保持したまま、かつ汚染物質を発生させることなく、燃料電池を最適温度に保持して発電することができる固体電解質型燃料電池発電設備を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、アノードとカソードを有する固体電解質型燃料電池と、該燃料電池に水素と水蒸気を含むアノードガスを供給するアノードガスラインと、燃料電池を通過したアノードガスを冷却かつ水分を除去して前記アノードガスラインに再循環させるアノードリサイクルラインと、燃料電池に酸素を含むカソードガスを供給するカソードガスラインと、燃料電池を通過したカソードガスを冷却して前記カソードガスラインに再循環させるカソードリサイクルラインと、を備えたことを特徴とする固体電解質型燃料電池発電設備が提供される。

【0009】本発明の好ましい実施形態によれば、アノードガスラインとアノードリサイクルラインとの間で間接的に熱交換するアノード熱交換器と、カソードガスラインとカソードリサイクルラインとの間で間接的に熱交換するカソード熱交換器と、を更に備える。また、アノードリサイクルライン及び／又はカソードリサイクルラインに設けられた水蒸発器及び蒸気過熱器と、過熱蒸気で発電する蒸気タービン発電機と、を備えるのがよい。

【0010】また、水を電気分解して純水素を純酸素を

得る電気分解装置を更に備える、ことが好ましい。

【0011】上述した本発明の構成によれば、アノードリサイクルラインとカソードリサイクルラインをそれぞれ設け、それぞれガスを冷却して上流側に再循環させることにより、汚染物質を発生させることなく、燃料電池で発生した熱を適切に除去し燃料電池を最適温度に保持して発電することができる。また、このアノードリサイクルラインには、冷却器、気水分離器等を設けて水分を除去することにより、唯一の反応生成物である水分を効果的に回収することができる。更に、アノードガスとカソードガスをそれぞれ再循環させることにより、燃料電池内における水素比率及び酸素比率が上がり、電圧が高くなり、電池出力を上げ、水素利用率及び酸素利用率を上げることができる。

【0012】また、水蒸発器及び蒸気過熱器をアノードリサイクルライン及び／又はカソードリサイクルラインに設け、発生した過熱蒸気を用いて蒸気タービン発電機で発電することにより、燃料電池発電と蒸気タービン発電の複合発電を行うことができ、発電効率を更に高めることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し重複した説明を省略する。図1は、本発明の固体電解質型燃料電池発電設備の全体構成図であり、図2はその発電設備の部分構成図である。図1に示すように、本発明の固体電解質型燃料電池発電設備は、水を電気分解して純水素を純酸素を得る電気分解装置10と、アノードAとカソードCを有する固体電解質型燃料電池20とを備えている。

【0014】電気分解装置10は、この例では、固体酸化水素蒸気電解装置(SOEC)であり、固体電解質型燃料電池(SOFC)と同様に、安定化ジルコニアのような酸素イオンに対して透過性がある固体電解質の両面に電極を設け、この電極間に通電することにより、水(水蒸気)を電気分解して純水素と純酸素を得ようになっている。なお、図1において11は水タンク、11a、11bは水ポンプ、12は水素タンク、13は酸素タンク、14a、14bは熱交換器、15はヒータ、16は気水分離器である。これらは、電気分解装置10の付帯設備であり、水タンク11内に水(純水)を保有し、水ポンプ11aで加圧・供給し、熱交換器14a、14b及びヒータ15で加熱して蒸発させ、水蒸気を電気分解装置10に供給するようになっている。また、得られた純水素は熱交換器14a、14bで冷却し、気水分離器16で水分を回収して、水素タンク12内に貯蔵し、純酸素も同様に冷却して酸素タンク13に貯蔵するようになっている。なお、上述したヒータ15を余剰蒸気等で加熱する熱交換器としてもよく、また、水素タンク12を水素貯蔵合金を用いたものにしてもよい。

【0015】固体電解質型燃料電池20は、上述したように、イオン導電機構を有する安定化ジルコニアを電解質とし、約1000℃の温度で運転するようになっている。この固体電解質型燃料電池20における電池反応は、以下の式で示すことができる。

アノード側...  $O^{2-} + H_2 \rightarrow H_2O + 2e$

カソード側...  $O + 5O_2 + 2e \rightarrow O^{2-}$

従って、全体としては、水素が酸化して水を生成する反応であり、生成物は水蒸気又は水だけであり、大気汚染物質は全く発生しない。また、水蒸気及び水も回収しリサイクルすることができる。

【0016】また、図1及び図2に示すように、本発明の固体電解質型燃料電池発電設備は、更に、アノードガスライン22、アノードリサイクルライン24、カソードガスライン26及びカソードリサイクルライン28を備えている。アノードガスライン22には、水素プロア22a、加湿器22b、及びアノード熱交換器23の被加熱側が設けられ、水素プロア22aで供給される水素に加湿器22bで水蒸気を混入してアノードガスとして供給すると共に、アノードガスライン22とアノードリサイクルライン24との間で間接的に熱交換して燃料電池に適した温度(例えば約900℃)まで加熱するようになっている。

【0017】また、アノードリサイクルライン24には、アノード熱交換器23の加熱側、冷却器24a、気水分離器24b及びリサイクルプロア24cが設けられ、燃料電池20を通過したアノードガスをアノード熱交換器23の加熱側と冷却器24aで冷却し、この冷却で凝縮した水分を気水分離器24bで除去して水タンク11(図1)に回収し、水分を除去したガスをアノードガスライン22に再循環させるようになっている。

【0018】この構成により、アノード熱交換器23及び冷却器24aによりリサイクルプロア24cを流れるガス温度を十分低い温度(例えば100~200℃)まで下げてこれを保護すると共に、アノードガスを最適温度まで加熱し、かつアノードガスに水蒸気を加湿することができる。すなわち、新たにアノードガスライン22に供給される水素量よりも十分多い(例えば10倍以上の)ガスをリサイクルプロア24cによりアノードリサイクルライン24で循環させ、かつこの温度をアノード熱交換器23及び冷却器24aにより調節することにより、燃料電池のアノード側を最適温度に保持することができる。

【0019】一方、図1及び図2において、カソードガスライン26には、酸素プロア26a、カソード熱交換器27の被加熱側が設けられ、酸素プロア26aで供給された酸素をカソードガスライン26とカソードリサイクルライン28との間で間接的に熱交換して燃料電池に適した温度(例えば約900℃)まで加熱して燃料電池に供給するようになっている。

【0020】また、カソードリサイクルライン28には、カソード熱交換器27の加熱側、冷却器28a及びリサイクルブローア28bが設けられ、燃料電池20を通過したカソードガスをカソード熱交換器27の加熱側と冷却器28aで冷却し、カソードガスライン26に再循環させるようになっている。この構成により、リサイクルブローア28bを流れるガス温度を下げこれを保護すると共に、カソードガスを最適温度まで加熱することができる。すなわち、アノード側と同様に、新たにカソードガスライン26に供給される酸素量よりも十分多い（例えば10倍以上の）ガスをリサイクルブローア28bによりカソードリサイクルライン28で循環させ、かつこの温度をカソード熱交換器27及び冷却器28aにより調節することにより、燃料電池のカソード側を最適温度に保持することができる。

【0021】図3は、本発明の別の実施形態を示す図2と同様の部分構成図である。この図において、本発明の固体電解質型燃料電池発電設備は、アノードリサイクルライン24及び／又はカソードリサイクルライン28に設けられた水蒸発器30及び蒸気過熱器32と、過熱蒸気で発電する蒸気タービン発電機34とを備えている。すなわち、図3に示す例では、図2の冷却器28aに代えて、カソードガスライン28のカソード熱交換器27の下流側に水蒸発器30が設けられ、更にアノードリサイクルライン24のアノード熱交換器23の上流側に蒸気過熱器32が設けられている。その他の構成は、図2と同様である。

【0022】この構成により、水ポンプ31から水蒸発器30へ給水して飽和蒸気を作り、これを蒸気過熱器32に供給して過熱蒸気とし、更にこれを蒸気タービン発電機34へ供給して蒸気タービン発電機34で発電することにより、燃料電池発電と蒸気タービン発電の複合発電を行うことができ、発電効率を更に高めることができる。

【0023】なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々に変更できることは勿論である。

【0024】

【発明の効果】上述したように本発明の構成によれば、アノードリサイクルライン24とカソードリサイクルライン28をそれぞれ設け、それぞれガスを冷却して上流側に再循環させることにより、汚染物質を発生させることなく、燃料電池20で発生した熱を適切に除去し燃料電池20を最適温度に保持して発電することができる。また、このアノードリサイクルライン24に冷却器23、24a等と気水分離器24bを設けて水分を除去す

ることにより、唯一の反応生成物である水分を効果的に回収することができる。更に、アノードガスとカソードガスをそれぞれ再循環させることにより、燃料電池20内における水素比率及び酸素比率が上がり、電圧が高くなり、電池出力を上げ、水素利用率及び酸素利用率を上げることができる。

【0025】従って、本発明の固体電解質型燃料電池発電設備は、純水素と純酸素を燃料及び酸化剤として使用し、それらの利用率を高く保持したまま、かつ汚染物質を発生させることなく、燃料電池を最適温度に保持して発電することができる、等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体電解質型燃料電池発電設備の全体構成図である。

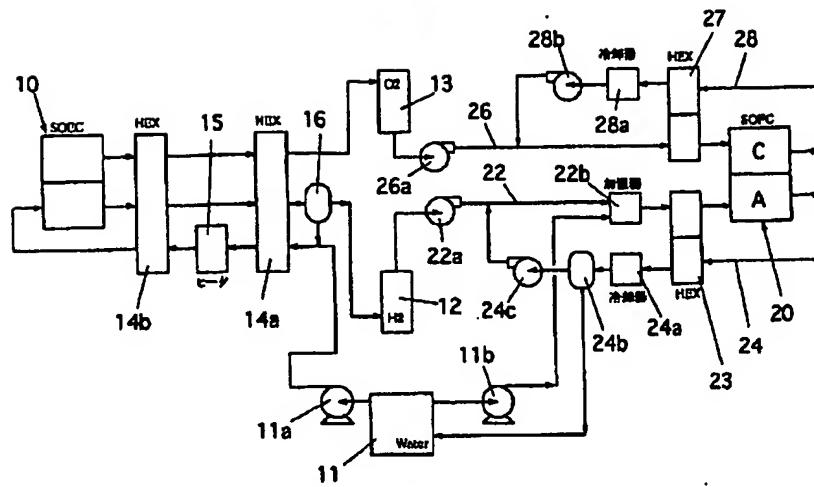
【図2】図1の発電設備の部分構成図である。

【図3】本発明の別の実施形態を示す図2と同様の部分構成図である。

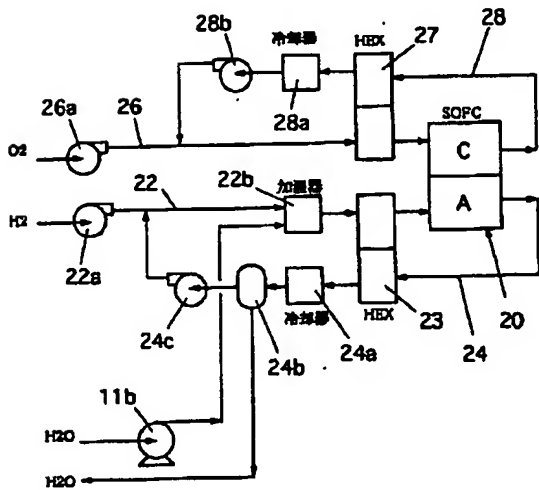
【符号の説明】

- 10 電気分解装置
- 11 水タンク
- 11a, 11b 水ポンプ
- 12 水素タンク
- 13 酸素タンク
- 14a, 14b 熱交換器
- 15 ヒータ
- 16 気水分離器
- 20 固体電解質型燃料電池
- 22 アノードガスライン
- 22a 水素ブローア
- 22b 加湿器
- 23 アノード熱交換器
- 24 アノードリサイクルライン
- 24a 冷却器
- 24b 気水分離器
- 24c リサイクルブローア
- 26 カソードガスライン
- 26a 酸素ブローア
- 27 カソード熱交換器
- 28 カソードリサイクルライン
- 28a 冷却器
- 28b リサイクルブローア
- 30 水蒸発器
- 31 水ポンプ
- 32 蒸気過熱器
- 34 蒸気タービン発電機

【図1】



【図2】



【図3】

